

**АВТОНОМНАЯ НЕКОММЕРЧЕСКАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «РОССИЙСКИЙ НОВЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт информационных систем и инженерно-компьютерных технологий

Кафедра Информационных технологий и естественнонаучных дисциплин

 **УТВЕРЖДАЮ:**
Проректор по научно-методической
работе
Ю.М. Боровин

**ПРОГРАММА КАНДИДАТСКОГО ЭКЗАМЕНА
по научной специальности 1.2.2. Математическое моделирование,
численные методы и комплексы программ**

Утверждена на заседании кафедры
информационных технологий и
естественнонаучных дисциплин
протокол №8 от 12.03.2025

Заведующий кафедрой
д.ф.-м.н., профессор Крюковский А.С.

Москва
2025г.

1. Общие положения

Программа предназначена для подготовки и сдачи кандидатского экзамена по научной специальности.

Целью кандидатского экзамена по научной специальности является определение уровня подготовленности соискателя к самостоятельной научно-исследовательской работе.

Научная специальность 1.2.2. Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ нацелена на подготовку научных и научно-педагогических кадров, а также высококвалифицированных специалистов практиков, занимающихся исследованиями в области математического моделирования.

Задачи кандидатского экзамена:

1. Определение в процессе подготовки и сдачи кандидатского экзамена по научной специальности уровня фактических знаний, навыков и умений обучающихся, полученных в процессе обучения, в том числе общих и специальных знаний в области математического моделирования, численных методов и комплексов программ.

2. Определение уровня подготовленности и нацеленности соискателя к самостоятельной научно-исследовательской работе и педагогической деятельности.

Основу данной программы составили ключевые положения дисциплины: «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ».

Экзаменационный билет состоит из трех вопросов: два теоретических вопроса из разделов настоящей программы, третий вопрос по опубликованным соискателем научным работам (тезисам диссертации).

2. Планируемые результаты кандидатского экзамена

По результатам сдачи кандидатского экзамена соискатель должен:

Знать:

- современные проблемы и методологию теоретических и экспериментальных работ в области профессиональной деятельности
- современные достижения науки и передовые технологии в области информатики и вычислительной техники
- современные методы и инструменты моделирования, программные и вычислительные средства в области профессиональной деятельности
- научно-исследовательские и производственно-технологические режимы моделирования объектов
- задачи и методы организации работы исследовательского коллектива
- методы анализа и представления математических моделей различных процессов и технических устройств в области профессиональной деятельности, а также основные инструменты моделирования и численные методы решения задач

Уметь:

- использовать результаты экспериментальных исследований в профессиональной деятельности
- оценивать перспективные направления развития IT-технологий с учетом мирового опыта
- использовать базовые теоретические знания для решения профессиональных задач
- формулировать цели, задачи научных исследований, выбирать методы и средства решения задач
- проводить оценку результатов исследований и разработок в профессиональной области
- собирать, обрабатывать и интерпретировать данные научных исследований для построения моделей математическими методами

Владеть:

- методологическими основами современной науки
- методами планирования процессов решения научно-технических задач
- навыками работы с программно-аппаратными средствами моделирования объектов
- навыками организации и проведения исследований и компьютерного моделирования в области профессиональной деятельности
- методологией теоретических и экспериментальных исследований в области профессиональной деятельности
- навыками проведения математического моделирования средствами вычислительной техники различных процессов и устройств в области профессиональной деятельности

3. Программа кандидатского экзамена

Тема 1. Математические основы

Элементы теории функций и функционального анализа. Понятие меры и интеграла Лебега. Метрические и нормированные пространства. Пространства интегрируемых функций. Пространства Соболева. Линейные непрерывные функционалы. Теорема Хана-Банаха. Линейные операторы. Элементы спектральной теории. Дифференциальные и интегральные операторы.

Экстремальные задачи. Выпуклый анализ. Экстремальные задачи в евклидовых пространствах. Выпуклые задачи на минимум. Математическое программирование, линейное программирование, выпуклое программирование. Задачи на максимум. Основы вариационного исчисления. Задачи оптимального управления. Принцип максимума. Принцип динамического программирования.

Теория вероятностей. Математическая статистика. Аксиоматика теории вероятностей. Вероятность, условная вероятность. Независимость. Случайные величины и векторы. Элементы корреляционной теории случайных векторов. Элементы теории случайных процессов. Точечное и

интервальное оценивание параметров распределения. Элементы теории проверки статистических гипотез. Элементы многомерного статистического анализа. Основы кластерного анализа. Основы дискриминантного анализа. Основные понятия теории статистических решений. Основы теории информации.

Тема 2. Информационные технологии

Принятие решений. Общая проблема решения. Функция потерь. Байесовский и минимаксный подходы. Метод последовательного принятия решения.

Исследование операций и задачи искусственного интеллекта. Экспертизы и неформальные процедуры. Автоматизация проектирования. Искусственный интеллект. Распознавание образов. Нейросетевые парадигмы и алгоритмы обучения. Нечеткие множества. Генетические алгоритмы.

Тема 3. Компьютерные технологии

Численные методы. Интерполяция и аппроксимация функциональных зависимостей. Численное дифференцирование и интегрирование. Численные методы поиска экстремума. Вычислительные методы линейной алгебры. Численные методы решения систем дифференциальных уравнений. Сплайн-аппроксимация, интерполяция, метод конечных элементов. Преобразования Фурье, Лапласа, Хаара и др. Численные методы вейвлет-анализа.

Вычислительный эксперимент. Принципы проведения вычислительного эксперимента. Модель, алгоритм, программа. Инструменты и программные конструкции для создания программных функций. Управление ходом вычислений. Проверка результатов, отладка (поиск ошибок).

Алгоритмические языки. Представление о языках программирования высокого уровня. Процедурное и функциональное программирование. Пакеты прикладных программ. Символьные вычисления. Графическое представление результатов математического моделирования. Фрактальная геометрия и графика.

Тема 4. Методы математического моделирования

Основные принципы математического моделирования. Элементарные математические модели в механике, гидродинамике, электродинамике. Универсальность математических моделей. Методы построения математических моделей на основе фундаментальных законов природы. Вариационные принципы построения математических моделей.

Методы исследования математических моделей. Устойчивость. Проверка адекватности математических моделей.

Математические модели в научных исследованиях. Математические модели в статистической механике, экономике, биологии. Методы математического моделирования измерительно-вычислительных систем.

Задачи редукции к идеальному прибору. Синтез выходного сигнала идеального прибора. Проверка адекватности модели измерения и адекватности результатов редукции.

Модели динамических систем. Особые точки. Бифуркации. Гамильтоновы системы. Динамический хаос. Эргодичность и перемешивание. Понятие о самоорганизации. Диссипативные структуры. Режимы с обострением.

4. Примерный перечень вопросов кандидатского экзамена

Тема 1. Математические основы

1. Понятие меры и интеграла Лебега. Метрические и нормированные пространства.
2. Пространства интегрируемых функций. Пространства Соболева.
3. Линейные непрерывные функционалы. Теорема Хана—Банаха. Линейные операторы.
4. Элементы спектральной теории.
5. Дифференциальные и интегральные операторы.
6. Экстремальные задачи в евклидовых пространствах. Выпуклые задачи на минимум.
7. Математическое программирование: линейное программирование
8. Математическое программирование: выпуклое программирование.
9. Математическое программирование: задачи на минимакс.
10. Основы вариационного исчисления.
11. Задачи оптимального управления. Принцип максимума. Принцип динамического программирования.
12. Аксиоматика теории вероятностей. Вероятность, условная вероятность. Независимость. Случайные величины и векторы.
13. Элементы корреляционной теории случайных векторов.
14. Элементы теории случайных процессов.
15. Точечное и интервальное оценивание параметров распределения.

Тема 2. Информационные технологии

16. Элементы теории проверки статистических гипотез. Элементы многомерного статистического анализа.
17. Основы кластерного анализа.
18. Основы дискриминантного анализа.
19. Основные понятия теории статистических решений.
20. Основы теории информации.
21. Принятие решений. Общая проблема решения. Функция потерь. Байесовский и минимаксный подходы. Метод последовательного принятия решения.
22. Экспертизы и неформальные процедуры. Автоматизация проектирования.
23. Искусственный интеллект. Распознавание образов.

24. Нейросетевые парадигмы и алгоритмы обучения.
25. Архитектура многослойного персептрона.
26. Вероятностная нейронная сеть.
27. Обобщенно-регрессионная нейронная сеть.
28. Нечеткие множества. Генетические алгоритмы.
29. Формы организации и представления знаний в экспертных системах.
30. Интерполяция и аппроксимация функциональных зависимостей.

Тема 3. Компьютерные технологии

31. Метод наименьших квадратов.
32. Численное дифференцирование и интегрирование.
33. Численные методы поиска локальных экстремумов.
34. Численные методы поиска глобальных экстремумов.
35. Вычислительные методы линейной алгебры.
36. Численные методы решения систем обыкновенных дифференциальных уравнений.
37. Численные методы решения систем дифференциальных уравнений в частных производных.
38. Численные методы решения интегральных уравнений.
39. Сплайн-аппроксимация, интерполяция, метод конечных элементов.
40. Преобразования Фурье.
41. Преобразования Лапласа.
42. Численные методы вейвлет-анализа.
43. Принципы проведения вычислительного эксперимента. Модель, алгоритм, программа.
44. Инструменты и программные конструкции для создания программных функций. Управление ходом вычислений. Проверка результатов, отладка (поиск ошибок).
45. Представление о языках программирования высокого уровня. Пакеты прикладных программ.

Тема 4. Методы математического моделирования

46. Процедурное и функциональное программирование.
47. Символьные вычисления.
48. Графическое представление результатов математического моделирования.
49. Фрактальная геометрия и графика.
50. Элементарные математические модели в механике, гидродинамике, электродинамике. Универсальность математических моделей.
51. Методы построения математических моделей на основе фундаментальных законов природы. Вариационные принципы построения математических моделей.
52. Методы исследования математических моделей. Устойчивость.
53. Проверка адекватности математических моделей.

54. Математические модели в статистической механике, экономике, биологии.
55. Методы математического моделирования измерительно-вычислительных систем.
56. Задачи редукции к идеальному прибору. Синтез выходного сигнала идеального прибора. Проверка адекватности модели измерения и адекватности результатов редукции.
57. Модели динамических систем. Особые точки. Бифуркации.
58. Гамильтоновы системы.
59. Динамический хаос.
60. Эргодичность и перемешивание. Понятие о самоорганизации. Диссипативные структуры. Режимы с обострением.

Структура экзаменационного билета

Экзаменационный билет для кандидатского экзамена по научной специальности имеет следующую структуру:

1. Теоретический вопрос из разделов программы;
2. Теоретический вопрос из разделов программы;
3. Вопрос по опубликованным соискателем научным работам (тезисам диссертации).

5. Учебно-методическое обеспечение дисциплины

5.1. Основная литература

1. Лобанов, А. И. Математическое моделирование нелинейных процессов : учебник для вузов / А. И. Лобанов, И. Б. Петров. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 255 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-9916-8897-0. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/537923> (дата обращения: 26.04.2024).
2. Зализняк, В. Е. Введение в математическое моделирование : учебное пособие для вузов / В. Е. Зализняк, О. А. Золотов. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 133 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-12249-7. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/542735> (дата обращения: 26.04.2024).
3. Рейзлин, В. И. Математическое моделирование : учебное пособие для вузов / В. И. Рейзлин. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 126 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-08475-7. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/537305> (дата обращения: 26.04.2024).
4. Теория принятия решений в 2 т. Том 1 : учебник и практикум для вузов / В. Г. Халин [и др.] ; под редакцией В. Г. Халина. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 250 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-03486-8. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/536381> (дата обращения: 26.04.2024).

5. Теория принятия решений в 2 т. Том 2 : учебник и практикум для вузов / В. Г. Халин [и др.] ; ответственный редактор В. Г. Халин. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 431 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-03495-0. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/537423> (дата обращения: 26.04.2024).

6. Челноков, А. Ю. Теория игр : учебник и практикум для вузов / А. Ю. Челноков. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 223 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-00233-1. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/536207> (дата обращения: 26.04.2024).

7. Теория вероятностей и математическая статистика. Математические модели : учебник для вузов / В. Д. Мятлев, Л. А. Панченко, Г. Ю. Ризниченко, А. Т. Терехин. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 321 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-01698-7. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/537455> (дата обращения: 26.04.2024).

5.2. Дополнительная литература

1. Моделирование систем и процессов : учебник для вузов / В. Н. Волкова [и др.] ; под редакцией В. Н. Волковой, В. Н. Козлова. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 510 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-18563-8. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/535380> (дата обращения: 27.04.2024).

2. Маликов, Р. Ф. Основы математического моделирования : учебное пособие для вузов / Р. Ф. Маликов. — 2-е изд. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 403 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-15279-1. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/544601> (дата обращения: 27.04.2024).

3. Моделирование систем и процессов. Практический курс : учебное пособие для вузов / В. Н. Волкова [и др.] ; под редакцией В. Н. Волковой. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 295 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-01442-6. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/537202> (дата обращения: 27.04.2024).

4. Акопов, А. С. Имитационное моделирование : учебник и практикум для вузов / А. С. Акопов. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 426 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-18379-5. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/534885> (дата обращения: 27.04.2024).

5. Волкова, В. Н. Теория систем и системный анализ : учебник для вузов / В. Н. Волкова, А. А. Денисов. — 3-е изд. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 562 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-14945-6. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/535470> (дата обращения: 27.04.2024).

6. Зенков, А. В. Численные методы : учебное пособие для вузов / А. В. Зенков. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 136 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-16703-0. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/538383> (дата обращения: 27.04.2024).

5.3. Интернет-ресурсы

Электронно-образовательные ресурсы включают:

- электронную информационно-образовательную среду Российского нового университета (обеспечивает неограниченный доступ к учебным планам, рабочим программам учебных дисциплин (модулей), программам практик, электронным учебным изданиям и электронным образовательным ресурсам, указанным в рабочих программах учебных дисциплин (модулей), программах практик)
- библиотеки, в том числе цифровые (электронные) библиотеки, обеспечивающие доступ к учебной и научной литературе:
 - электронная библиотечная система IPRbooks (www.iprbookshop.ru);
 - электронно-библиотечная система ЮРАЙТ (<https://urait.ru/>);
 - научная электронная библиотека Elibrary (<https://www.elibrary.ru>);
- информационные системы:
 - НЭБ «Национальная электронная библиотека» (<https://rusneb.ru/>);
 - База данных информационной системы «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» (<http://window.edu.ru/>);
- электронные базы данных:
 - База данных «Scopus» (<https://www.scopus.com/>);
 - Национальный портал онлайн обучения «Открытое образование» (<https://openedu.ru/>)
- электронные справочные системы:
 - Консультант + (<http://www.consultant.ru/>);
 - Гарант (<http://www.garant.ru/>)

6. Методические рекомендации по предоставлению опубликованных соискателем научных работ (тезисов диссертации).

Для ответа на третий вопрос экзаменационного билета соискатель представляет свои опубликованные научные работы либо тезисы диссертации, оформленные в соответствии с требованиями ГОСТ.

7. Оценочный фонд кандидатского экзамена

При проведении экзамена обучающемуся предоставляется 40 минут на подготовку. Экзаменационный билет состоит из двух теоретических вопросов, тематика которых представлена в программе кандидатского экзамена и вопроса по опубликованным соискателем научным работам.

Опрос обучающегося на устном экзамене не должен превышать двух астрономических часов.

Во время проведения экзамена обучающиеся могут пользоваться программой дисциплины, а также любой литературой и компьютерной техникой.

Все члены экзаменационной комиссии слушают ответ экзаменуемого и оценивают его знания.

Решение об итоговой оценке знаний аспиранта принимается комиссией на закрытом заседании открытым голосованием большинства голосов членов комиссии, участвующих в голосовании. При равном числе голосов решающим является голос председателя. Результаты сдачи кандидатского экзамена объявляются в тот же день после оформления в установленном порядке протоколов заседаний экзаменационных комиссий.

Итоговая оценка, полученная с учетом оценивания компетенции на различных этапах её формирования, показывает успешность освоения компетенции студентом и учитывается совместно с другими дисциплинами, участвующими в формировании компетенции, в определении итоговой оценки.

Оценка знаний, умений и опыта навыков деятельности осуществляется в период промежуточной аттестации в форме экзамена.

Проведение экзамена состоит из двух этапов:

- ответа на вопросы билета
- ответа на вопросы по опубликованным соискателем научным работам (тезисам диссертации).

В ходе ответа преподаватель может задавать дополнительные вопросы, касающиеся основных вопросов.

Оценка при сдаче кандидатского экзамена определяется при соответствии ответа на каждый из трех вопросов в билете следующими критериями:

Оценка	Критерии оценки показателя компетенции
Отлично	глубокие исчерпывающие знания всего программного материала, понимание сущности и взаимосвязи рассматриваемых процессов и явлений, твердое знание основных положений смежных дисциплин: логически последовательные, содержательные, полные правильные и конкретные ответы на все вопросы экзаменационного билета и дополнительные вопросы; использование в необходимой мере в ответах на вопросы материалов всей рекомендованной литературы.
Хорошо	твердые и достаточно полные знания всего программного материала, правильное понимание сущности и взаимосвязи рассматриваемых процессов и явлений; последовательные, правильные,

	конкретные ответы на поставленные вопросы при свободном устранении замечаний по отдельным вопросам.
Удовлетворительно	твердое знание и понимание основных вопросов программы; правильные и конкретные, без грубых ошибок ответы на поставленные вопросы при устранении неточностей и несущественных ошибок в освещении отдельных положений при наводящих вопросах; основная рекомендованная литература использована недостаточно.
Неудовлетворительно	неправильный ответ хотя бы на один из основных вопросов; грубые ошибки в ответе; непонимание сущности излагаемых вопросов; неуверенные и неточные ответы на дополнительные вопросы.

Выставление итогового результата определяется средним баллом оценок, полученных по критериям:

Оценка	Критерии оценки показателя компетенции
Отлично	по трем критериям ответ оценен на «отлично»
Хорошо	по одному критерию ответ оценен на «отлично», по остальным – не ниже «хорошо»
Удовлетворительно	по одному критерию ответ оценен на «отлично» или «хорошо», по остальным – не ниже «удовлетворительно»
Неудовлетворительно	по одному критерию ответ оценен на «удовлетворительно», по остальным «неудовлетворительно»

8. Проведение кандидатского экзамена для лиц с ОВЗ

Изучение учебной дисциплины обучающимися инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с Приказом Министерства образования и науки РФ от 9 ноября 2015 г. № 1309 «Об утверждении Порядка обеспечения условий доступности для инвалидов объектов и предоставляемых услуг в сфере образования, а также оказания им при этом необходимой помощи» (с изменениями и дополнениями), Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащенности образовательного процесса, утвержденными Министерством образования и науки РФ 08.04.2014г. № АК-44/05вн, Положением об организации обучения студентов – инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, утвержденным приказом ректора Университета от 6 ноября 2015 года №60/о, Положением о Центре инклюзивного образования

и психологической помощи АНО ВО «Российский новый университет», утвержденного приказом ректора от 20 мая 2016 года № 187/о.

Лица с ограниченными возможностями здоровья и инвалиды обеспечиваются электронными образовательными ресурсами, адаптированными к состоянию их здоровья.

Предоставление специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования, подбор и разработка учебных материалов для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья производится преподавателями с учетом индивидуальных психофизиологических особенностей обучающихся и специфики приема-передачи учебной информации на основании просьбы, выраженной в письменной форме.

С обучающимися по индивидуальному плану или индивидуальному графику проводятся индивидуальные занятия и консультации.

Приложение 1

Ректору АНО ВО
«Российский новый университет»
В.А. Зернову

от _____
(Ф.И.О. полностью)

(должность, место работы)

(контактная информация: индекс, почтовый
адрес)

(телефон, факс, адрес эл. почта)

(способ информирования: почта, адрес эл.
почта, телефон)

ЗАЯВЛЕНИЕ

Прошу прикрепить меня для сдачи кандидатских экзаменов без освоения программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре по научной специальности

(шифр и наименование научной специальности)

(дата)

(подпись)